

Beste Vrienden en Kennissen,

U ontvangt hierbij de text van de rede, door mij uitgesproken op 14 November 1974 ter gelegenheid van mijn afscheid als hoogleraar aan de Landbouwhogeschool, aanvuld met aantekeningen die het besprokene documenteren. Uit deze aantekeningen moge het grote aandeel van vroegere en tegenwoordige medewerkers aan de verrichtingen van onze Vakgroep blijken.

Deze toezending moge tevens dienen als dank voor Uw aller bijdragen - materieel en anderszins - aan de prachtige geschenken die mijn Vrouw en ik bij ons afscheid hebben ontvangen. Graag wil ik ook de sprekers bedanken voor de vriendelijke woorden, die zij tot mij hebben gericht.

De aanwezigheid van zovelen Uwer heeft in hoge mate bijgedragen tot de mooie herinnering, die wij van deze dag hebben behouden.

Dankbaar zij nog vermeld het persklaar maken van het manuscript voor offset druk door Mej. M.E. van den Noort en Mej. E. Jansen en de medewerking van de L.H. bij de publicatie.

29.1.'75

E.C. Wassink

Gen. Foulkesweg 70, Wageningen.

toek. adres : Bergstraat 7, Doesburg.

Een en ander omtrent onderzoek, instrumentatie,
uitrusting en onderwijs in het Laboratorium voor
Plantenfysiologisch Onderzoek van de Landbouw-
hogeschool, in de periode van 1947 tot 1974.

Rede

uitgesproken op 14 November 1974 door

Dr. E.C. Wassink

ter gelegenheid van zijn aftreden als hoogleraar in het
Plantenfysiologisch Onderzoek en de Fysiologie der
Planten aan de Landbouwhogeschool te Wageningen.

Mijnheer de Voorzitter van de Commissie, en Mevrouw,
Mijne Heren leden van het Bestuur van de Landbouwhogeschool.

Mijnheer de Rector Magnificus,
Dames en Heren,

Alvorens mijn rede uit te spreken, zou ik gaarne de volgende opmerkingen willen maken:

1^o Ik heb een text voor mij, die ik zal voorlezen; ik weet dat dit ongewenst en vervelend is, maar met het oog op het, op zichzelf wenselijke, strakke tijdschema, kan dit moeilijk anders.

2^o In de text worden zeer weinig namen genoemd; in de schriftelijke versie wordt door middel van genummerde aantekeningen verwezen naar de onderzoekers op wier werk het gerapporteerde berust.

3^o Enkele zaken zijn in de schriftelijke versie iets uitvoeriger weergegeven dan in de mondelinge presentatie mogelijk is.

Ik ging in 1925 in Utrecht biologie studeren, deed eind '31 doctoraal met hoofdvak plantenfysiologie en promoveerde in de voorzomer van '34 bij F.A.F.C. Went op een proefschrift over beperkende factoren bij de ademhaling van de schimmel Phycomyces (1). Het rechtlijnig temperatuurverband dat hier eerder was gevonden (2) bleek een toevallig compromis van de interactie van beperkende reacties met verschillende Q_{10} -waarden; het onderzoek

was trouwens opgezet om deze mogelijkheid te toetsen. Essentieel was, dat het gelukte de schimmel te kweken op een voedingsbodem met volledig gedefinieerde energiebron, door toevoeging van een kleine hoeveelheid gezuiverd gist-extract, dat op zichzelf geen groei mogelijk maakte, maar niettemin duidelijk fungeerde als een beperkende factor voor de groei; jammer genoeg werd deze overeenkomst met wat voor de ademhaling gold indertijd niet onderkend, zodat deze samenhang niet in de titel tot uitdrukking werd gebracht.

De gevonden kweekwijze kwam kort geleden weer van pas voor het kweken van een bioluminescente schimmel, Omphalia flavida, op een soortgelijk medium (3).

Begin 1935 werd ik bij de Biophysische werkgroep Utrecht-Delft in oprichting, onder de leiding van Ornstein en Kluyver, samen met enige physici belast met fotosyntheseonderzoek. Dit concentreerde zich spoedig op de vergelijkende studie van fotosynthese en chlorophylfluorescentie bij groenwieren en purperbacteriën. Hierdoor werd het o.m. waarschijnlijk, dat de waterstof-donator bij de purperbacteriën in een voorbereidende donkerreactie wordt betrokken, welke essentieel is voor het in gang houden van de energieoverdracht in de licht-reactie, terwijl het koolzuur veel verder van de directe energieoverdracht afstaat (4). Gekoppelde metingen van redoxpotentiaal en gaswisseling in suspensies van purperbacteriën onder verschillende gasfasen completeerden het verkregen inzicht (5). De geschetste rol van de wa-

terstofdonator komt in grote lijnen overeen met wat in recent photosyntheseonderzoek ook voor groene planten wordt aangenomen (6). Analyse van absorptiespectra van purperbacteriën leidde tot de conclusie dat de meertop-pigment tot stand komt door afzonderlijke bacteriochlorophyl-eiwitcomplexen met zuiver symmetrische absorptiemaxima (7). Door Duysens werd later gevonden, dat de koppeling van de lichtreactie met het donker-chemisch systeem uitsluitend via de verst naar het infrarood gelegen top geschiedt (8).

Een op zichzelf vererend aanbod, in 1946, als hoogleraar in het Plantenphysiologisch Onderzoek en de Physiologie der Planten naar Wageningen te komen, werd door mij na langdurige overweging aanvaard. Mijn aanvankelijke aarzeling kwam voort uit de omstandigheid dat het Fysisch Laboratorium in Utrecht een bijzonder goede werkgelegenheid, outillage en discussiemilieu bood, die in het Wageningse laboratorium en zijn wijdere omgeving toen niet in die mate voorhanden leken. Dat ik toch uiteindelijk voor Wageningen koos, kwam voornamelijk omdat ik verwachtte hier op den duur grotere ontplooiingsmogelijkheden te krijgen en een grotere ruimte om naar eigen inzicht een program van onderzoek op te zetten. Daarbij speelde zeer zeker ook de bijzondere aard van de leerstoel een rol: allereerst op onderzoek gericht en in het onderwijs toegespitst op het inleiden van doctoraalstudenten en promovendi in het verrichten van fundamenteel plantenphysiologisch onderzoek.

In besprekingen werd ik aangemoedigd mijn in het fotosyntheseonderzoek ontwikkelde traditie voort te zetten. Omdat mij dit voor landbouwkundige studenten toch een te smalle basis leek, werd daarnaast van 't begin af spectraal onderzoek van photoperiodiciteit en photomorphogenese in het programma opgenomen. Afwijkend van werk elders (9) werden in onze opzet series intacte planten voor langere tijden blootgesteld aan licht van beperkte spectrale gebieden door gebruik te maken van zeer grote glazen filters. Deze werden in de glashandel spectroscopisch uitgezocht, waardoor een voorlopig alleszins bevredigende spectrale reeks kon worden opgezet, tegen kosten die $\pm 1/100$ waren van wat bij gebruik van materiaal uit de optische industrie nodig zou zijn geweest.

Amerikaans onderzoek (9) had de reeds bekende roodgevoeligheid van de photoperiodiciteit bevestigd. Cruciferen waren eerder als meer blauw- dan roodgevoelig beschreven; dit werd door ons teruggevonden, maar bovendien verscheen een tevoren geheel onbekende grote gevoeligheidstop in het nabije infrarood (10). Dit werd later elders bevestigd (11); zelfs geraakte het oorspronkelijke blauweffect in twijfel door geringe verontreinigingen met nabij infrarood. Blauw licht van hoge intensiteit en lange duur daarentegen bewerkt wel duidelijke photomorphogenetische effecten (12), die later aan de z.g. high-energy reaction werden toegeschreven.

In het fotosyntheseonderzoek werd begonnen met de

photophosphorylering bij purperen zwavelbacteriën, in aanwezigheid van de waterstofdonator, met en zonder CO_2 . Langs deze weg werd de vorming van energierijke fosphaaten met medewerking van door bacteriochlorophyl geabsorbeerde lichtenergie voor 't eerst waarschijnlijk gemaakt (13). Bij gelijktijdige aanwezigheid van koolzuur was de vastlegging van anorganisch fosfaat duidelijk geringer. Aansluitend werd hetzelfde gevonden bij groene cellen (14). Naderhand zijn in 't bijzonder door Arnon en medewerkers met chloroplasten als objecten, grote vorderingen in het phosphoryleringsonderzoek gemaakt (15); in ons laboratorium zijn enige facetten van de photofosphorylering in intacte cellen nog steeds in onderzoek (16).

Daarnaast werd, aansluitend aan in de Utrecht-Delftse biophysische werkgroep begonnen onderzoek (17), het rendement van de lichtenergie bij de fotosynthese en bij de groei van eencelligen en hogere planten nader bestudeerd. Dit rendement vertegenwoordigt de calorische waarde van de gevormde drogestof betrokken op die van het ingestraalde of geabsorbeerde fotosynthetisch werkzame licht. In algenculturen op kleine schaal en onder lichtbeperking werden rendementen bereikt van 15-24%, weinig lager dan het in soortgelijke omstandigheden in korte fotosyntheseproeven bereikbare (18). Groeiproeven met algen op grote schaal en in natuurlijk daglicht gaven rendementen van 2-8% (19). Landbouwgewassen vertonen, over een geheel groeiseizoen, rendementen van 1-2% van het fotosynthetisch bruikbare deel van de zonnestraling

(20).

In speciaal daarvoor ingerichte, fundamentele proeven worden rendementen meestal betrokken op de hoeveelheid geabsorbeerd, photosynthetisch actief licht, in veldproeven wordt gerekend met licht, invallend op het beteelde oppervlak. Bij landbouwgewassen is er een beginphase met laag energierendement door veel ruimte tussen de planten en ook wel door meestal nog lage temperatuur. Dan volgt een phase waarin het gewas zich sluit en de temperatuur gemiddeld hoger is. Bij voldoende vochtvoorziening worden dan hoge energierendementen gevonden, bv. 8-10% en een grote fractie van de totale droge stofproductie wordt in relatief korte tijd gerealiseerd (21). Daarop volgt bij planten met een jaarlijkse cyclus weer een phase met laag rendement, doordat weinig drooggewichtstoename meer plaats vindt (22). Toch vertoont de plant dan nog belangrijke physiologische activiteiten, soms valt de bloei nog in deze phase, maar in elk geval de vorming van zaden en een belangrijk deel van de vulling van bollen, knollen, rhizomen of wortels met reserveorgaanfunctie (23). Een plausibele hypothese, die echter niet gemakkelijk te toetsen is, is dat ATP de energie levert voor deze functies en de daarmee verbonden transporten en afbraak van andere plantendelen, en het lijkt waarschijnlijk dat dit ATP door cyclische photophosphorylering in de bladen wordt gevormd (24).

De reserveorganen vergemakkelijken het uitlopen in het volgende seizoen; het is opmerkelijk dat een soortge-

lijke cyclus op basis van geheel andere structuren kort geleden is beschreven voor grote mariene bruinwieren (25).

In 1932 toonde Boysen Jensen aan, dat lichtverzadiging bij afzonderlijke bladen bij een lagere lichtintensiteit optreedt dan bij een gewas als geheel (26). Dit is een effect van de laagdikte, waardoor de gemiddelde lichtintensiteit in een gewas lager is dan in een afzonderlijk blad. Daardoor kan de drogestofproductie van een gewas door verhoging van de lichtintensiteit nog toenemen, als voor de bovenste bladen lichtverzadiging reeds is bereikt. De studie van het lichtverval in een bladerdak heeft zich tot een aparte specialisatie ontwikkeld; in eerste aanleg volgt de lichtverzwakking ongeveer de wet van Beer voor lichtdoorlating in homogene systemen (27), maar er zijn talrijke complicaties door macroscopische afwijkingen van een homogene structuur (specifieke bladstanden, lichtvlekken e.d.). In aansluiting hieraan kan worden opgemerkt, dat de fotosynthese van een dun blad bij lagere lichtintensiteit lichtverzadigd is dan die van een dik blad met overigens dezelfde eigenschappen. Er zijn aanwijzingen dat het in dit opzicht bestaande verschil tussen zon- en schaduwbladen in elk geval voor een groot deel op een verschil in laagdikte berust (28).

Belangrijk is de vraag naar de fotosyntheseintensiteit van bladen in relatie tot de leeftijd van blad en plant, waaraan in onze groep eveneens onderzoek is gewijd (29).

De drogestofproductie van een gewas met enigszins appreciabele laagdikte is in ons klimaat evenredig met de lichtintensiteit (30), ook als de bovenste bladen reeds lichtverzadiging ondervinden door koolzuurbepierking. Factoren, die de drogestofproductie ook van het gewas als geheel bij hoge lichtintensiteit limiteren, kunnen verschillende zijn, b.v. tekorten in de watervoorziening, deficiënte minerale voeding, lage temperatuur. Men kan dergelijke factoren op het spoor komen doordat ze het rendement van de omzetting van de lichtenergie beperken. In natuurlijke vegetaties ligt dit veelal tussen 0.1 en 1% van de fotosynthetisch verwerkbare straling (31). In één door ons experimenteel onderzocht geval kon de drogestofproductie in een natuurlijke vegetatie verhoogd worden door een minerale bemesting, waarbij tevens een tevoren afwezige lichtintensiteitsafhankelijkheid optrad (32).

Groei en ontwikkeling van een plant worden door samenwerking van bioenergetische (of fotosynthetische) en morphogenetische (of stimulatorische of informatie-overdragende) processen bepaald (31). Beide zijn op verschillende wijze van de belichting afhankelijk. De bioenergetische effecten leiden tot rechtstreekse vastlegging van (meestal aanzienlijke) hoeveelheden lichtenergie in organisch materiaal. Het licht komt binnen via het in hoge concentratie aanwezige chlorophylsysteem. Voor zover bij de morphogenetische processen licht betrokken is, werkt dit als stimulus, d.w.z. dat het een reactie in gang zet,

die onder inschakeling van uit andere processen (b.v. ademhaling of fotosynthese) verkregen energieën verder verloopt (33, 34). Het licht komt in veel gevallen binnen via het in zeer lage concentraties aanwezige phytochroomstelsel; de initiële door licht beïnvloede fasen beperken zich tot een gering aantal moleculen en er ontstaat onderweg een aanzienlijke versterking (35). Bij de discussie van deze versterking speelt de wet van Weber-Fechner een rol; ten deze is kort geleden nog vanuit onze vakgroep een bijdrage geleverd (36).

De samenwerking van fotosynthese en photomorphogenese is in onze groep o.m. bestudeerd in veldproeven in series van 4 lichtintensiteiten (37). In periodieke oogsten worden de drooggewichten van afzonderlijke organen van de proefplant bepaald alsmede veel morphogenetische gegevens. Duidelijke verschillen treden op in het reactietype van drooggewicht van verschillende organen, bladoppervlak, stengellengte, stengeldikte, boven- en ondergronds gewicht, enz., in afhankelijkheid van de lichtintensiteit. Ook anatomisch treden goed kwantitatief evalueerbare verschillen op (38). Veel werd gewerkt met klonen van bol- en knolgewassen, waarover reeds vrij veel werd gepubliceerd (37, 38). Uitgebreide proefseries waaraan een experimentele 1:1 competitie tussen een lichtminnende en een schaduwtolerante soort ten grondslag lag, zijn nog in bewerking (39). De geschetste benadering kan men rekenen tot het terrein van de oecophysilogie. Lichtintensiteit en daglengte (40) lenen zich relatief goed

voor deze benadering, veel andere factoren kunnen in veldproeven niet passend worden gevarieerd of vertonen voor de fysiologische evaluatie ongewenste interacties.

Technisch vrij eenvoudig is variatie in plantdichtheid; om deze reden werd deze variatie voorgesteld als algemene proef in het kader van het Internationaal Biologisch Program. Dit gaf ons aanleiding tot vergelijking van lichtverzwakking met plantdichtheid (bij bol-irissen) daar grotere plantdichtheid lichtverzwakking per plant betekent. Inderdaad kon via gelijke waarden van drooggewichten, een correlatie worden uitgevoerd (41). Naast concurrentie om licht, beconcurreren planten elkaar nog om andere factoren, zodat een plantdichtheidsproef moeilijk fysiologisch interpreteerbaar is.

Een verdere stap in het terrein van de oecofysiologie leidde tot het bestuderen van drogestofproductie in spontane vegetaties en grasgewas (42).

Door verschillen in reactie van drogestofproductie en morphogenese op de lichtintensiteit komt aan notaties die uit elementen van beide zijn opgebouwd, zoals b.v. de "net assimilation rate", m.i. geen grote analytische waarde toe. Minder ernstig is dit bezwaar wellicht als het gebruikt wordt voor de drooggewichtstoename van afzonderlijke organen, betrokken op het dan aanwezige bladoppervlak zoals in enkele gevallen in onze vakgroep werd toegepast (43).

Relaties tussen groei en ontwikkeling in afhankelijk-

heid van de daglengte kwamen eveneens aan de orde (44).

Sedert het klassieke onderzoek van Brown en Escombe in het begin van deze eeuw is het bekend dat het grootste deel van de stralingsenergie die de plant ontvangt wordt weggewerkt via watertransport en verdamping, vandaar onze belangstelling voor deze belangrijke bijdrage tot de energiebalans van de plant. Na een eerste oriëntatie in een aantal facetten (45) leidde voortgezet onderzoek door Dr. Kuiper tot de opvallende waarneming, dat wateropname door wortels van bonenkiemplantjes bij lage temperaturen zeer hoge temperatuurcoëfficiënten vertoont, die bij hogere temperaturen vrij plotseling in lage waarden overgaan. Het overgangspunt tussen beide trajecten bleek beïnvloedbaar door de kweekwijze: opkweken bij hogere temperatuur deed het overgangspunt naar hogere temperaturen verschuiven (46). Eén en ander vestigde de aandacht op eigenschappen van protoplasmatische membranen, waartoe onderzoek van resistentie tegen vorst, droogte, hitte en hoge zoutconcentraties verder bijdroeg. Ten dele werd dit onderzoek uitgevoerd door stages in en met medewerking van onderzoekers uit de V. Staten, Scandinavië en Israël (47). Het onderzoek van membranen kwam hierbij steeds meer centraal te staan en daarbij vooral de ATP-ase-activiteit en de samenstelling van de lipidefractie van de membranen en de beïnvloeding hiervan door veranderingen in de genoemde milieufactoren (48). Aan deze problemen wordt in onze vakgroep nog actief gewerkt (49).

Voortgezet photomorphogeneseonderzoek in onze vak-

groep leidde o.m. tot uitvoerige studies over de blad-groei bij sla (50) en bij populier (51) en nader onderzoek van de daglengtegevoeligheid, inclusief extreem korte lichtperioden, mede in verband met effecten van verschillende spectraalgebieden (52). Verder kan nog een onderzoek worden genoemd over de effecten van licht en kinetine op de groei- en delingssnelheid van kroosplantjes (53). Ook de reacties van het phytochroomstelsel op belichting en de spectraal te karakteriseren tussenvormen tussen P_r en P_{fr} werden met behulp van lage temperaturen uitvoerig bestudeerd (54). Recentelijk werd een gedetailleerde studie gemaakt van het deëtiollement door korte voorbelichtingen van in 't donker opgekweekte haverkiemplantjes met rood licht (55). Vooral dit laatste onderzoek leidde tot suggesties met betrekking tot verplaatsing van phytochroom in of langs biologische membranen in relatie tot de conversie van P_r in P_{fr} (55, 56). In de literatuur is ook elders een toenadering te constateren tussen phytochroom- en membraanonderzoek, terwijl ook in het fotosyntheseonderzoek eigenschappen van membranen in toenemende mate een rol spelen (57). Lipiden in chloroplasten zijn trouwens sinds lang uitvoerig bestudeerd (58); in eerste aanleg trokken zij reeds de aandacht van Berzelius, waarna eerst na 1930 vernieuwde belangstelling optrad.

In de eerste jaren liepen nog uitvoerige proefseries over de periodiciteit in de ontwikkeling van bloembollen, als voortzetting van het werk van A.H. Blaauw, door twee

van zijn medewerkers. Blaauw had voor dit werk omstreeks 1920 een voor die tijd geavanceerde temperatuurserie met subtiële regelbaarheid ingericht. Het tot bloei brengen van met temperatuurseries voorbehandelde bollen geschiedde na 1947 geleidelijk aan meer in uitsluitend kunstlicht van bekende intensiteit, hetgeen de regelmaat van de uitkomsten en de vergelijkbaarheid van verschillende jaren ten goede kwam. Er is op gewezen dat dit werk voorbeelden opleverde van zuivere thermoperiodiciteit (33).

Vermeld mag hier ook nog worden de aandacht die in onze vakgroep geschonken is aan de werking van herbiciden op het verloop van de fotosynthese. Door hun zeer grote giftigheid verkrijgen zij analytische waarde voor de opheldering van bepaalde schakels in het electronentransport (59). Verder is recentelijk enig fundamenteel onderzoek gewijd aan de werking van ozon als element van luchtverontreiniging op de fotosynthese. In de loop der jaren is aandacht besteed aan stikstof- en sulfaatstofwisseling in verband met fotosynthese. Verder werd uitgebreid onderzoek verricht ten aanzien van de overdracht van de lichtenergie van het chlorophyl naar de donkerchemische systemen. Dit leidde o.m. tot de belangrijke ontdekking van het P_{700} -pigment. Eveneens werd nog het z.g. 2e Emerson-effect of "enhancement"-effect bestudeerd (60).

Ook mag genoemd worden het voorgezette onderzoek van het rendement van de groei van massaculturen van algen (61), waarin naast eencellige groenwieren, recentelijk ook

blauwwieren zijn betrokken. Dit laatste vloeit voort uit besprekingen in een veelzijdige discussiegroep, bijeengebracht door Rijkswaterstaat.

Wij hebben er naar gestreefd binnen het kader van photobiologisch onderzoek een met de omvang van onze groep te harmoniseren verscheidenheid aan te brengen, maar het kader in zijn hoofdlijnen goed herkenbaar te houden, in een poging zowel aan de interesse van studenten tegemoet te komen als ook een internationaal aanvaardbaar niveau na te streven; de wankеле balans tussen deze eisen is een voortdurende zorg geweest.

Alvorens dit summiere en onvolledige overzicht van de voornaamste onderwerpen van onderzoek van onze vakgroep te besluiten, wil ik in 't kort nog enkele dingen noemen, waarmee ik mij de laatste jaren incidenteel zelf heb bezig gehouden. Dit zijn: de bladvorm en productie bij Taraxacum officinale, de bioluminescentie van schimmels en de bloembouw bij Digitalis purpurea, forma heptandra. Daarnaast gaf de toenemende tendens tot het ontwerpen van modellen voor plantenfysiologische processen aanleiding oudere en nieuwere ervaringen met het verloop van de temperatuurafhankelijkheid nog eens samen te vatten (62).

Wat Taraxacum betreft, in 1962 werd een aantal planten verzameld, die zich onderscheidten door meer of minder diepe bladinsnijdingen. Deze werden door zaden voortgeplant; zoals bekend geschiedt deze voortplanting apogaam, er vindt geen reductiedeling of bevruchting plaats. De

nakomelingschap is genetisch identiek met de moederplant en in korte tijd kunnen grote uniforme culturen worden verkregen. De bij verschillende lijnen, zoals gezegd, verschillende diepte van de bladinsnijdingen is aan een seizoensperiodiciteit onderhevig en ook op andere wijzen phenotypisch beïnvloedbaar. Hieraan werd enig voorlopig onderzoek gedaan, ook betreffende de invloed van verschillende spectraalgebieden (63). Door de genetische uniformiteit binnen één lijn is de soort ook zeer geschikt voor productieonderzoek, hoewel de vorm van de als reserve- orgaan fungerende wortel niet bij alle lijnen even geschikt lijkt (64).

Bij het aanhouden van culturen van diverse vormen verdient het aanbeveling reeksen buizen (met of zonder bodem) in te graven met elk 1 plant. Buizen met planten van dezelfde afstamming kunnen in rijen geplaatst worden. Een en ander om "infectie" van een cultuur te localiseren en aldus te voorkomen met zaden van naburige, eventueel sterker groeiende typen.

Wat de bioluminescentie van schimmels betreft, hiermee heb ik mij met tussenpozen sedert 1940 beziggehouden (65); tussen 1947 en 1964 had ik er nauwelijks gelegenheid voor. Vooral is geëxperimenteerd met het in submerse cultuur kweken van mycelia. Dit lukte bij enkele soorten. Een goed substraat was 4% witbrood extract; met behulp van 5-liter erlenmeyers met 1½ liter van dit medium konden op een grote schudmachine in korte tijd b.v. van de soort Omphalia flavida (tegenwoordig meestal Mycea

citricolor genoemd) grote hoeveelheden goed lichtend mycelium worden gekweekt, mede als uitgangspunt voor de afscheiding en zuivering van luciferine (66, 67). In de laatste jaren werd de physiologie nader bestudeerd waarbij het doel was lichtemissie en ademhaling vergelijkend te onderzoeken. Hiertoe moest tevoren worden nagegaan of de schimmel op een liefst heldere oplossing met een volledig bekende energiebron kon worden gekweekt. Dit gelukte op dezelfde manier als eerder beschreven voor Phycomyces, n.l. door toevoeging van kleine hoeveelheden gezuiverd gistextract of Difco gistpreparaat. Circa het halve maximale effect van het gistextract kon verkregen worden met toevoeging van alleen thiamine.

Hiermee is een eerste serie studies verricht over de relatie tussen groei, lichtemissie en ademhaling. Deze relatie laat nog ruimte voor veel verder onderzoek. Enige voorlopige gegevens zijn in druk (zie onder aant. 3).

De intensiteit van het schimmellicht is bijzonder laag. De gedachte wil mij niet verlaten, dat dit een thermodynamische achtergrond heeft, daar het onwaarschijnlijk moet zijn, dat een molecuul dat in staat is tot een quantensprong van ca. 50 kcal wordt opgebouwd met behulp van energiepakketjes van ca. 10 kcal, zoals geleverd worden door b.v. ATP.

In 1964 verscheen op ons proefterrein een plant van Digitalis purpurea, het vingerhoedskruid met een ogenschijnlijk geheel afwijkende bloembouw. De bekende vingerhoedvormige vergroeidbladige bloemkroon was vervangen

door een smalle tweespletige dorsale slip en er waren 7 meeldraden. Na enig zoeken (68) kon de plant geïdentificeerd worden als de f. heptandra, al in 1826 door De Chamisso beschreven (69). Omstreeks 1910 werd reeds door Miss Saunders in Engeland vastgesteld dat het verschil met de stamvorm berustte op 1 Mendelfactor (70). Niettemin bestaan er allerlei overgangsvormen tussen extreme heptandra's zonder bloemkroonelementen en met 9 meeldraden, waarvan de 2 die het langst bloemkroonachtig blijven, elk 1 helmknop hebben en vormen met min of meer normale kroonbuis met helmknoppen op de ventrale randen (71). Dergelijke modificaties komen ook tot uiting in één bloeiwijze (72). Het geval is waard om genetisch, ontogenetisch en morphogenetisch verder te worden onderzocht, het effect is een soort "last minute decision" over de bestemming van de elementen van 2 opeenvolgende kransen van initialen in de bloemaanleg. Heptandra is een aantal malen in Nederland en het aangrenzende buitenland, alsmede in Engeland gevonden. In Nederland is er tot dusver weinig over gepubliceerd (73), in 1972 werd onzerzijds een vrij gedetailleerde beschrijving van de heptandra-vormenserie gepubliceerd (71).

In het begin van deze eeuw hield F.A.F.C. Went een bekend geworden rede over de ondoelmatigheid in de levende natuur (74). Een van de voorbeelden was het produceren van meeldraden en stuifmeel bij Taraxacum, dat niet meer functioneel is. Ik ben meer geneigd dit te zien als een

experiment van de natuur en een experimenteel botanicus kan moeilijk de natuur experimenteren kwalijk nemen; je moet het eerder leuk vinden. Vooral het physiologisch werken met hogere planten in mijn Wageningse periode heeft mij steeds dieper doen ervaren dat de plant bijzonder doelmatig op haar milieu reageert; ze doet meestal datgene, wat een goede physioloog haar zou aanraden. Trouwens, een soort die niet doelmatig zou reageren, zou allang in de evolutie te gronde zijn gegaan.

Het studieobject van de plantenfysiologie is de intacte plant als individu en in zijn fysiologische relatie tot zijn omgeving en de intacte cel of het organel in zijn relatie tot de intacte plant. In de studie van het organel nadert de physioloog het terrein van de biochemicus, in het bijzonder als hij zich voor de reacties van afgezonderde enzymen gaat interesseren. Volledig scherpe scheidingen zijn hier niet te maken en dit is ook niet nodig, zolang de beoefenaar de kern van zijn vraagstelling in het oog houdt. Aan de andere zijde raakt de plantenfysioloog het terrein van de oecologie, voor zover hij oecofysiologische problemen bestudeert. Tenslotte raakt de gewasfysiologie aan landbouwkundige en teeltkundige vraagstukken. Bij de bestudering van vraagstukken uit deze gebieden zal de plantenfysioloog zich voor ogen moeten houden dat zijn doelstelling in laatste instantie een natuurwetenschappelijke is, die van de teeltkundige daarentegen een economische. Een en ander zal als het goed is leiden tot verschil in gezichtspunt

bij de objectkeuze voor het onderzoek. In de overlapgebieden kan samenwerking vruchtbaar zijn.

Het instrumentarium van de Afdeling werd geleidelijk ontwikkeld, annex aan de behoeften van het onderzoek. In de eerste jaren werd vooral aandacht geschonken aan de kwantitatieve lichtmeting en de gaswisseling en aan eenvoudige apparatuur voor de groei van planten onder gedefinieerde lichtintensiteiten en in beperkte spectrale gebieden (75). Speciaal kan hier genoemd worden de seriële vervaardiging van Warburgapparaten (76), soms ook voor andere afdelingen, het ontwerpen van een sferische lichtmeter (77) voor de evaluatie van de instraling in een punt van de ruimte, van belang voor de kennis van het lichtklimaat van alleenstaande planten en de constructie van kweekkasten voor plantengroei in gekleurd licht van voldoende hoge intensiteit (78). De biophysische en biochemische verdieping van het onderzoek leidde tot de aanschaf van o.m. spectrophotometers, gewone en snelle centrifuges, apparatuur voor chromatografie, w.o. gaschromatografie, nieuwere typen gaswisselingsmeetapparatuur en een bescheiden uitrusting voor het werken met isotopen. Ook werd apparatuur ontworpen voor speciale doeleinden, soms van eenvoudige, soms van geavanceerde constructie. Zo b.v. verrolbare donkere kasten met mogelijkheden voor lage-intensiteits dagverlenging (79) en gazen kooien van verschillende lichtdoorlating voor lichtintensiteitsreeksen ten behoeve van het oecofysiologisch onderzoek met

planten in de volle grond onder natuurlijke condities (80). Voorbeelden van ontworpen apparaturen van geavanceerde constructie zijn een uiterst gevoelige differentiaal-spectrophotometer ten behoeve van het phytochroomonderzoek (81) en een aanpassing van thermovisuele technieken voor de meting van bladtemperaturen ten behoeve van onderzoek van de fotosynthese en de energiebalans van bladen (82).

In 1951 werd door Ir. J.A.J. Stolwijk en mij een ontwerp gemaakt voor een phytotron ten behoeve van het werk van onze Afdeling. Deze uit Amerika afkomstige en aanvankelijk als spot bedoelde benaming is tegenwoordig algemeen aanvaard voor een serie geklimatiseerde ruimten ten behoeve van onderzoek met planten. Door vertragingen in de ambtelijke sfeer werd met de bouw pas in 1960 begonnen; in de tussentijd had het ontwerp belangrijke uitbreiding gekregen daar de mogelijkheden ruimer bleken dan aanvankelijk was gedacht. Aan de verdere discussie van het ontwerp namen vele medewerkers deel, samen met ambtenaren van de Rijksgebouwendienst en van enkele Wageningse instituten. In 1963 werd het phytotron in gebruik genomen. Het basale deel omvat een reeks van 6 in vaste bouw uitgevoerde paren van telkens 1 lichtcel en 1 donkercel van elk ca. 2 x 3 m vloeroppervlak. Verder zijn er nog kamers voor speciale doeleinden (grote kweekkamer, kamer voor opstellingen met gekleurd licht, etc.). De lichtcellen hebben plafonds met fluorescentiebuizen in dichte bezetting, terwijl er ook ruimte is voor andere eventueel gewenste

belichtingen. De paren van cellen kunnen op onderling telkens 5°C verschillende temperaturen worden gebracht. De planten worden op wagentjes gekweekt en kunnen door verrijden naar andere cellen aan allerlei combinaties van daglengte en temperatuur worden blootgesteld.

De tijd laat niet toe op meer details van constructie en gebruik in te gaan. Wel zou ik nog willen opmerken, dat de meeste nu in gebruik zijnde phytotrons als prototypen zijn te beschouwen; fabrikanten van wetenschappelijke apparatuur houden zich ook met de constructie van regelbare eenheden bezig. Men zal gemiddeld nog op een orde hoger lichtniveau moeten rekenen (83) en de meest aanbevelenswaardige constructie, ook voor de grotere eenheden lijkt te gaan in de richting van volledig geconditioneerde, afzonderlijke en flexibele eenheden, die zonder bezwaar naar behoefte vergroot of verkleind kunnen worden en die bij elkaar in een eenvoudig gebouwde, niet geconditioneerde ruimte worden geplaatst. Bepaalde leidingen zouden soms voor meerdere eenheden tegelijk kunnen worden aangelegd.

In ons laboratorium zijn wij begonnen te streven naar series in 3 grootten: de aanwezige phytotroncellen ($\pm 10 \text{ m}^3$ nuttige ruimte), daarnaast eenheden van $\pm 1 \text{ m}^3$ nuttige ruimte en eenheden van $\pm \frac{1}{4} \text{ m}^3$ voor werk met kleine planten (kiemplantjes, kroossoorten, mossen, schimmels); de laatste kunnen gezamenlijk als een soort wandmeubel worden opgesteld; hiervan is echter nog niets aanwezig.

Hoewel waarschijnlijk de meeste bestaande phyto-

trons over 10 à 20 jaar verouderd zullen zijn, zijn de aanschaffkosten van een phytotron, per manuur gebruik, vermoedelijk niet veel hoger dan van ander wetenschappelijk instrumentarium (pH-meters, spectrophotometers, electrophoreseapparaten en dergelijke).

Het onderwijs in de vakgroep beperkte zich in beginsel tot training van doctoraalstudenten en doctorandi in zelfstandig wetenschappelijk onderzoek op volledig vrijwillige basis. Reeds spoedig werd het belang ingezien van een regelmatig bezoek van voor-candidaatsstudenten, waarbij delen van het lopende onderzoek werden gedemonstreerd; dit had in principe 1 x per jaar plaats in het kader van het verplichte plantkundeonderwijs (84), in latere jaren ook in dat van de richting Tuinbouw. Hoewel in de loop der jaren studenten van zeer uiteenlopende studierichtingen een onderwerp op het laboratorium hebben bewerkt en er vrij veel doorgingen voor een dissertatie, werd toch de behoefte gevoeld het contact met het verplichte voorcandidaatsonderwijs te vergemakkelijken: onzerzijds werd eind 1953 voorgesteld een college voor cand. B-studenten te geven plus een plantenfysiologisch practicum. Dit voorstel werd destijds door een daartoe ingestelde Senaatscommissie niet overgenomen, o.m. omdat vanuit de Afd. Plantkunde betoogd werd dat voor het beoogde practicum geen tijd beschikbaar zou zijn en men verder de gehele voor-candidaatsopleiding in één hand wilde houden. Het beoogde practicum werd enige jaren

later toch door de Afd. Plantkunde zelf ingevoerd. Hernieuwd overleg vond plaats na de splitsing van de Afd. Plantkunde en de komst van Prof. Bruinsma als hoogleraar Plantenfysiologie, hetgeen resulteerde in een deelname van onze afdeling op dezelfde basis in de cand. B-opleiding voor zover het de colleges betrof. Opgemerkt moet worden dat de cand. B-studie inmiddels haar voor grote groepen verplichte karakter grotendeels had verloren, zodat de drempel bleef bestaan. In de toekomst lijkt deelname in het gehele onderwijsprogramma (met uitzondering wellicht van de propaedeuse) voor een goede gelegenheid tot doorstroming onontkoombaar. De differentiatie Plantenphysiologie tegenover Plantenphysiologisch Onderzoek lijkt heden niet meer zo zinvol als vroeger wellicht het geval was. Het recht op en de plicht tot onderzoek geldt nu voor elke Vakgroep, differentiatie is slechts op grond van specialisatie mogelijk. Mede om deze reden werd enkele jaren geleden onzerzijds voorgesteld de betiteling van de Vakgroep meer in overeenstemming te brengen met haar voornaamste specialisatie: photobiologie. In aansluiting aan overleg in commissieverband over een toekomstige plaats van de biophysica aan de Hogeschool werd daarom voorgesteld: Biophysica en Photobiologie, waarbij biophysica gedacht werd vanuit de biologische benadering. Van de zijde van de Faculteit werd dit voorstel gewijzigd in "Fysische Biologie". Hoewel niet iedereen met deze wijziging even gelukkig is, lijkt deze niet onaanvaardbaar, tenzij men nu gaat betogen, dat iets geheel

nieuws is ontstaan, waarbij een nieuwe inhoud moet worden gezocht, terwijl ons voorstel juist beoogde de bestaande specialisatie scherper te omschrijven.

Deelname in het eerder genoemde cursorisch cand. B practicum plantenfysiologie, voor zover het onze specialisaties betreft, is voorlopig met de Afd. Plantenfysiologie besproken maar nog niet gerealiseerd.

Wel is onzerzijds een experiment begonnen met een nieuwe vorm van praktische werkzaamheid voor vóór-candidaten, in aansluiting aan de jaarlijkse rondgang. Deze vorm is als intermediair bedoeld tussen een cursorisch practicum en de latere zelfwerkzaamheid in een doctoraal onderwerp en bestaat in de actieve deelname van individuele studenten aan een of meer lopende onderzoekingen gedurende 1 à 2 middagen per onderzoek waarbij de bij het onderzoek behorende technieken in direct contact met de onderzoeker worden geleerd en beoefend. Deelname is geheel vrijwillig en wordt in overleg met de student geregeld. Gezien de volheid van de meeste studieprogramma's is de belangstelling redelijk en het enthousiasme der deelnemers zeer bevredigend. Het is meestal alleen mogelijk in vacantieweken, wanneer er geen cursorische practica zijn.

Colleges in de cand. B-studie worden onzerzijds gegeven in onderwerpen binnen ons onderzoekprogramma door vakgroepleden, die hierin gespecialiseerd zijn (85). Voor bepaalde studierichtingen worden cand. A colleges gegeven in biophysische en membraanfysiologische onderwerpen (86). Ook wordt door een vakgroeplid deelgenomen aan

colleges en practica in de Onkruidkunde en in de Phyto-pharmacie (87), hetgeen aanleiding geeft tot doctoraal-onderzoek van studenten over physiologische werkingen van herbiciden. Aan een en ander ligt ten grondslag een specialisatie die dit vakgroeplid zelf beoefende tijdens zijn promotieonderzoek (88).

Als collegeactiviteit in de cand.B-studie wil ik graag nog vermelden een samenwerking ten aanzien van energierendementen bij planten en dieren. Uitgaande van een college (1 s.u.) dat ik aanvankelijk gaf over deze materie bij groene planten (89) kwam een samenwerking tot stand met Dr. Van Es van de Afd. Dierphysiologie voor een soortgelijke presentatie bij de dieren en daarna ook met Dr. Woldendorp die als gastspreker energierendementen bij heterotrophe planten behandelde, in 't bijzonder bij bacteriën. Het botanische deel is het laatste jaar door Dr. Pieters van onze vakgroep gegeven.

In 1947 werd direct met een wekelijks colloquium begonnen. Dit fungeerde allereerst als onderdeel van de ingenieursstudie: 6 colloquia over uiteenlopende onderwerpen dienen aan de hand van een beperkte literatuurkeuze te worden bestudeerd om de candidaat voor te grote eenzijdigheid, samenhangende met zijn practisch bewerkt onderwerp, te behoeden. Verder hebben de colloquia sinds het begin steeds gefungeerd als plantenphysiologisch discussieforum, waaraan, ook als sprekers, door medewerkers van zeer verschillende laboratoria en instituten is deelgenomen. De laatste jaren geschiedde de organisatie in

samenwerking met de Afd. Plantenphysiologie. Sedert 1949 wordt vóór elk colloquium een overzicht met enige literatuuropgaven verstrekt.

Gastmedewerkers (90) en enkele buitenlandse promovendi (91) hebben waardevolle bijdragen aan de uitvoering van het onderzoekprogramma geleverd.

Ik ben relatief weinig in bestuursfuncties en commissiewerk betrokken geweest. Lange jaren was ik secretaris en ook uitvoerend secretaris van de Cie. tot Redactie van de Mededelingen van de Landbouwhogeschool, waarbij mijn reeds uit mijn jeugd daterende belangstelling voor typografie mij goed van pas kwam. Veel heb ik gehad aan mijn lidmaatschap van het Bestuur van de Centrale Organisatie TNO, ik denk met bijzonder veel plezier terug aan de vergaderingen met vooraanstaande figuren uit wetenschap en techniek.

Mijn functie als deputeé-convener van de sectie PP van het internationale IBP bracht mij in aanraking met diverse benaderingen van het vraagstuk van de primaire productie. Het aanvankelijk sterk uiteenlopen van de landbouwmeteorologische en de plantenfysiologische visie, bleek recentelijk veel van zijn scherpte te hebben verloren (92).

Mijn lidmaatschap van de Systeemgroep Nederland vestigde mijn aandacht op het karakter van biologische processen als achter elkaar geschakelde black boxes met ingangen en uitgangen en op bepaalde overeenkomsten tussen sociologische en biologische systemen en hun regulaties.

Ik heb er geen spijt van het grootste deel van mijn levensenergie aan de beoefening van de natuurwetenschappen te hebben besteed. Het is een goede denkschool, die ook voor het overwegen van vragen op andere levensgebieden richtlijnen kan geven. De onwaarschijnlijkheid van het leven heeft een steeds dieper wordende indruk op mij gemaakt.

Ik ben veel naar wetenschappelijke vergaderingen geweest, ik heb altijd gevonden dat ik daar zeer veel aan heb gehad en steeds getracht jongere medewerkers hiertoe op te wekken, echter niet altijd met succes.

De eerlijkheid gebiedt te vermelden dat een aantal dingen niet gelukt zijn. Ik noem hiervan een onderzoek onder auspiciën van de S.O.N. voor verder onderzoek van begineffecten van de photophosphorylatie van groene cellen, als voortzetting van vroeger hier verricht onderzoek (93). Diepgaande verschillen in opvatting over de benadering van het probleem tussen onderzoeker en leiding stonden het bereiken van tastbare resultaten in de weg. Begrijpelijkwijze heeft een en ander ons een stuk goodwill bij de SON gekost.

Het bijhouden van reinculturen van voor het onderzoek gebruikte organismen heeft niet altijd voldoende aandacht mijnerzijds gekregen, door gebrek aan tijd, persoonlijke energie en voldoende ingewerkt personeel, waardoor sommige culturen verloren gingen. Ook de door mij geplande bouw van een z.g. Withrow spectrograaf, een serie kweekresp. behandelkastjes voor planten in licht van geselecteerde

teerde, nauwe spectraalgebieden, is zeer tot mijn spijt in de voorbereidingen blijven steken.

Eenmaal heeft een begaafde promovendus zijn onderzoek opgegeven omdat andersoortige meer maatschappelijk gerichte bezigheden hem meer bevredigden. Enige malen zijn wij geschokt door het overlijden van een medewerker op jeugdige leeftijd (94).

De steeds groter geworden toeloop van studenten naar Universiteiten en Hogescholen en de roep om verkorte studieduur leiden tot toenemende bemoeienis van administratieve instanties met "planning" procedures. De instellingen van wetenschappelijk onderwijs en onderzoek worden geacht te functioneren als bedrijven waarbij de vraag naar verbetering van de efficiency onder ogen wordt gezien. Gedetailleerde boekhouding over de besteding van de werktijd is daarbij geen uit te sluiten gedachte. Het begrip "ivoren toren" wordt als verouderd en verwerpelijk gezien. Een en ander vervult veel wetenschappelijke werkers met zorg. Hoezeer deze ontwikkeling op grond van de aangeduide oorzaken begrijpelijk mag zijn, er is reden zich af te vragen of hierbij niet een van de wellicht wezenlijkste kenmerken van wetenschapsbeoefening in het gedrang raakt, n.l. het besef, dat wetenschapsbeoefening een duidelijk contemplatief element omvat. Dit geldt m.i. ook voor de natuurwetenschappen en misschien in 't bijzonder voor de biologische wetenschappen, waarbij de aard en samengesteldheid van het object hiertoe leiden. Con-

templatie schijnt voorwaarde tot het opdoen van inspiratie. Het is moeilijk een algemeen geldig antwoord te geven op de vraag hoe men tot contemplatie komt. Het verschilt van concreet en consequent nadenken over een onderwerp, hoewel dit wel een voorwaarde is. Zelden echter komt de inspiratie als directe vrucht van zulk denken. Veeleer schijnt het alsof het probleem min of meer zelfstandig enige tijd moet rondrommelen in de achtergrond van iemands gedachten. Duidelijk is daarbij, dat inzicht niet op bevel verschijnt binnen concrete werktijden.

Een belangrijke vraag is of men inspiratie kan aantrekken. Mensen, die zich bezighouden met contemplatie en meditatie tegen een religieuze achtergrond vertellen ons dat men hiervoor bepaalde trainingen experimenteel kan ontwikkelen, waarbij vooral door oosterse religies ontwikkelde methoden als waardevol worden ervaren. De eerlijksten onder hen zeggen erbij dat inspiratie niettemin kan uitblijven en dat het ook in deze sector bijzonder vervelend kan zijn hierop tevergeefs te zitten wachten (95).

Zover ik weet is aan bewuste ontwikkeling van contemplatietechnieken tegen een natuurwetenschappelijke achtergrond weinig gedaan en het zou misschien de moeite waard zijn dit terrein nader te exploreren in samenhang met op andere terreinen verkregen ervaringen, te meer waar er tegenwoordig onder jongeren veel belangstelling voor dit soort vragen lijkt te bestaan.

De laboratoriumleider kent niet alleen zorgen om-

trent de eigen inspiratie, wellicht belangrijker is nog het bevorderen van een sfeer waarin inspiratie van jongere vakgenoten niet verhinderd wordt zich te ontplooiën. Het aantal moeilijk definieerbare factoren is hierbij nog groter dan bij de eigen ontwikkeling en het optreden dient van opdringerigheid vrij te zijn. Dit vereist ook bij gelegenheid voorrang te geven aan het wetenschappelijk inzicht van de jongere boven zijn eigen. Uiteraard sluit dit niet de poging uit in overleg tot een gezamenlijke benadering van een probleem te komen. De mate waarin iemand daarin slaagt is, dacht ik, voornamelijk af te lezen aan aantal en kwaliteit van de leerlingen, die uit een bepaalde school voortkomen en die tevens een graadmeter vormen voor de sfeer waarin deze zich naar eigen aard hebben weten te ontwikkelen. Met didactische eigenschappen in de traditionele zin, die voornamelijk het overdragen van kennis beogen, heeft dit weinig te maken; het is hier op zijn plaats aan een uitspraak van mijn leermeester F.A.F.C. Went te herinneren: "Wetenschap is datgene, wat wij nog niet weten". Daarom moeten in het wetenschappelijk leiderschap andere kwaliteiten worden ontwikkeld dan in schoolmeesterschap. Is de taak van de primaire en secundaire vormen van onderwijs jongeren aan leiding en denksystemen te gewennen, die van het wetenschappelijk onderwijs is, vooral in de latere fasen, waarmee ons laboratorium zich in hoofdzaak had te bemoeien, jongeren in staat stellen zich van leiding door anderen vrij te maken en hen helpen hun eigen positie in

de wetenschapsbeoefening te vinden en tot realisatie te brengen. Meerdere jongeren komen daarin tot een hartverwarmend enthousiasme en een wetenschappelijke bezetenheid, die tegelijk voorwaarde en garantie lijken voor een blijvende bevrediging in het beoefenen van wetenschappelijk onderzoek (96).

In zijdelingse samenhang met het bovenstaande zou ik nog het volgende willen opmerken, mede ingegeven door de werkloosheidsdreiging onder afgestudeerde of zelfs gepromoveerde academici. Langs bepaalde wegen is het mogelijk tewerkstelling voor langere tijd op een minimum-salaris te verkrijgen in zijn vakgebied. De meeste jongeren bevredigt dit op langere termijn niet, men voelt zich, en ook anderen zien dit vaak zo - sociaal achtergesteld. Toch geloof ik, dat een wellicht appreciabel aantal jongeren zich tot deze vorm van werkzaamheid agetrokken zou kunnen voelen, omdat deze in te passen zou zijn in het kader van alternatieve, minder materialistische en meer op welzijn gerichte levensvormen, waarnaar velen tegenwoordig zoekende zijn. Verder doordenken zou moeten inhouden het presenteren van deze mogelijkheid als gelijkwaardig alternatief voor een traditionele baan, waarbij de ernst van de intentie bij iemand die bereid zou zijn tot een dergelijke verbintenis, voorop moet staan. Voor het te brengen sociale offer zou hem een daaraan beantwoordende mate van vrijheid moeten worden geboden om een onderwerp van zijn keuze in een daarvoor geschikt laboratorium of studiemilieu te bewerken en in de keuze en

lengte van zijn werktijden (b.v. ook "part time"). Tot de aan de candidaat te stellen voorwaarden zou wel moeten behoren een evaluatie van zijn prestatie door bevoegde deskundigen. Het lijkt mij niet uitgesloten dat iemand op deze basis een rust zou kunnen ervaren, die in traditioneel verband steeds minder voorhanden schijnt, en dat het evenmin uitgesloten zou zijn een gelijkgestemde levenspartner te ontmoeten.

Tot slot nog een enkel woord over milieuproblemen. De plantenfysioloog komt in de oecofysiologische sector in aanraking zowel met vraagstukken van landbouwkundige productie als met die van groeivoorwaarden van spontane vegetaties.

Terwijl enerzijds landbouwkundigen op economische gronden steeds verder gaan en tot op zekere hoogte moeten gaan in mechanisering, intensivering, arbeidsbesparing en opbrengstvergroting, wijst de milieubeschermer terecht op de vervuiling van naburige natuurlijke terreinen door overmatige mestproductie, kunstmestgebruik en toepassing van herbiciden en insecticiden. Er wordt gepleit voor biologisch-dynamische landbouwmethoden en terugkeer tot kleinschaliger en arbeidsintensievere productievormen. Het is zeker waard de uitkomsten van deze pogingen te volgen; wel lijkt het noodzakelijk hierbij ook het vraagstuk van de wereldvoedselproductie en het bevolkingsvraagstuk te betrekken (97). Ik heb zelf enige jaren geleden een weg bepleit, die in eerste aanleg het omgekeerde lijkt: het creëren van zeer grote landbouweenheden met

vol gebruik van alle mogelijkheden van geavanceerde landbouwwetenschap en basiswetenschappen (98). Naarmate de eenheden groter zijn wordt de verhouding oppervlak : omtrek gunstiger en invloeden op de omgeving dienovereenkomstig geringer, terwijl er tussenin grotere aaneengesloten natuurlijke vegetaties en landschappen kunnen worden behouden of hersteld. Ook laat de grootte van de units meer doelgericht onderzoek toe, ook met betrekking tot de milieuproblemen. Ook langs deze weg zouden landbouwkundigen en natuurbeschermers met vol behoud van beider belang, elkaar kunnen vinden.

Ik heb in het tot nu toe medegedeelde zo weinig mogelijk namen genoemd. Het werd reeds gezegd dat in de schriftelijke versie in aantekeningen naar veler bijdragen is verwezen. Ik wil echter niet eindigen zonder hier mijn dank uit te spreken aan allen die mij het werken in en met onze vakgroep mogelijk gemaakt hebben en mee hebben gezorgd dat wij gezamenlijk zoveel mogelijk aan onze verplichtingen konden voldoen: voor Rector en assessoren, Curatoren en de latere bestuurscolleges van de landbouwhogeschool, opeenvolgende generaties van wetenschappelijke medewerkers, analisten, secretaressen, werkplaats-, tuin- en huishoudelijk personeel (99). De enige die ik hier persoonlijk zou willen bedanken heeft nooit officieel tot een van deze categorieën behoord: Loukie, mijn vrouw, die soms vanuit haar biologische opleiding direct aan wetenschappelijk onderzoek heeft deelgenomen (100), maar

bovenal mijn taak ontzaglijk heeft verlicht, door met nooit aflatende toewijding vanuit onze met het laboratorium verbonden ambtswoning verbindingsofficiersdiensten tussen mij, de staf en de secretaressen te verrichten, wanneer ik zelf niet in het laboratorium kon zijn.

Hiermee, Dames en Heren, zou ik mijn overzicht willen besluiten met dank voor Uw aandacht.

Aantekeningen

1. E.C. Wassink. Begrenzende Bedingen bei der Atmung von Phycomyces. Rec. trav. botan. néerl. 31, 583-690 (1934).
2. S.R. de Boer. Respiration of Phycomyces. Rec. trav. botan. néerl. 25, 117-240 (1929).
3. E.C. Wassink. Some notes on the physiology of a luminous fungus. Meded. Landbouwhogeschool Wageningen/Netherlands 74-25 (1974) in druk. Zie ook: Colloquium Afd. Plantenphysiologisch Onderzoek, cursus 1973 - 1974, No. 11; mondelinge meded. Soc. Exp. Biology, Nijmegen, April 1974 en Vergadering Werkgemeenschap Bioenergetica v. d. S.O.N., Wageningen, 11 October 1974.
4. E.C. Wassink, E. Katz, R. Dorrestein. On photosynthesis and fluorescence of bacteriochlorophyll in Thiorehodaceae. Enzymol. 10, 285-354 (1942).
5. E.C. Wassink. Photosynthesis as a light-sensitized transfer of hydrogen. Antonie v. Leeuwenhoek 12, 1-4 (1947).
E.C. Wassink. Photosynthesis of purple sulphur bacteria in connection with observations on the redox potential of the suspension. In : Report of Proc. 4th Intern. Congr. for Microbiology, 1947, Copenhagen, 1949, pp. 455-456.
6. B. Kok, B. Forbush and M.P. McGloin. Cooperation

of charges in photosynthetic O₂ Evolution - I. A linear four step mechanism. Photochem. Photobiol. 11, 457-475 (1970).

B. Forbush, B. Kok and M.P. McGloin. Cooperation of charges in photosynthetic O₂ Evolution - II. Damping of flash yield oscillation, deactivation. Photochem. Photobiol. 14, 307-321 (1971).

7. E.C. Wassink, E. Katz and R. Dorrestein. Infrared absorption spectra of various strains of purple bacteria. Enzymol. 7, 113-129 (1939).
8. L.N.M. Duysens. Transfer of excitation energy in photosynthesis. Thesis, Utrecht (1952).
9. M.W. Parker, S.B. Hendricks, H.A. Borthwick and N.J. Scully. Action spectrum for the photoperiodic control of floral initiation of short-day plants. Botan. Gaz. 108, 1-26 (1946).
10. E.C. Wassink, C.M.J. Sluysmans and J.A.J. Stolwijk. On some photoperiodic and formative effects of coloured light in Brassica Rapa, f. oleifera, subf. annua. Proc. Kon. Ned. Akad. v. Wet. Amsterdam 53, 1466-1475 (1950).
- E.C. Wassink, J.A.J. Stolwijk and A.B.R. Beemster. Dependence of formative and photoperiodic reactions in Brassica Rapa var., Cosmos and Lactuca on wavelength and time of irradiation. Proc. Kon. Ned. Akad. v. Wet. Amsterdam C 54, 421-432 (1951).
11. H.A. Borthwick, S.B. Hendricks and M.W. Parker.

- The reaction controlling floral initiation. Proc. Natl. Acad. Sci., U.S.A., 38, 929-934 (1952).
12. C.M. Curry and E.C. Wassink. Photoperiodic and formative effects of various wavelength regions in Hyoscyamus niger as influenced by gibberellic acid. Meded. Landbouwhogeschool, Wageningen/Netherlands 56(14), 1-8 (1956).
 13. E.C. Wassink, J.E. Tjia and J.F.G.M. Winternmans. Phosphate-exchanges in purple sulphur bacteria in connection with photosynthesis. Proc. Kon. Ned. Akad. v. Wet. Amsterdam 52, 412-422 (1949).
E.C. Wassink. Photosynthesis and phosphate exchange. In: Abstracts 1st Intern. Congr. of Biochemistry, Cambridge, 1949, pp. 498-500.
 14. E.C. Wassink, J.F.G.M. Winternmans and J.E. Tjia. Phosphate exchange in Chlorella in relation to conditions for photosynthesis. Proc. Kon. Ned. Akad. v. Wet. Amsterdam C 54, 41-52 (1951).
E.C. Wassink, J.F.G.M. Winternmans and J.E. Tjia. The influence of glucose on the changes in TCA-soluble phosphates in Chlorella suspensions, in relation to conditions of photosynthesis. Proc. Kon. Ned. Akad. v. Wet. Amsterdam C 54, 496-502 (1951).
 15. Zie o.m. D.I. Arnon. Cell free photosynthesis and the energy conversion process. In: Light and Life, W.D. McElroy & B. Glass, eds., Baltimore, 1961, pp. 489-569.
 16. W. Lindeman. Observations on the behaviour of phos-

phate compounds in Chlorella at the transition from dark to light. In: Proc. of the Second United Nations Intern. Conference on the peaceful uses of atomic energy, Geneva, Vol. 24, Isotopes in Biochemistry and Physiology, Part I, 1958, pp. 8-15.

W. Lindeman. The Emerson enhancement effect and the reactivation of photosynthesis in phosphate deficient Lemma minor. Acta Bot. Neerl. 22(5), 553-568 (1973).

17. J.G. Eymers and E.C. Wassink. On the photochemical carbon dioxide assimilation in purple sulphur bacteria. Enzymol. 2, 258-304 (1938).

Zie ook: Ref. 4, speciaal Tabel p. 319.

18. B. Kok. On the yield of Chlorella growth. Acta Bot. Neerl. 1, 445-467 (1952).

B. Kok and J.L.P. van Oorschot. Improved yields in algal mass cultures. Acta Bot. Neerl. 3, 533-546 (1954).

19. J.L.P. van Oorschot. Conversion of light energy in algal culture. Meded. Landbouwhogeschool, Wageningen/Netherlands 55, 225-276 (1955) (Proefschrift/Thesis, Wageningen).

20. E.C. Wassink. De lichtfactor in de fotosynthese en zijn relatie tot andere milieufactoren. Meded. Dir. v.d. Tuinb. 11, 503-513 (1948).

21. P. Gaastra. Light energy conversion in field crops in comparison with the photosynthetic efficiency under laboratory conditions. Meded. Landbouwhogeschool.

- Wageningen/Netherlands 58(4), 1-12 (1958).
22. E.C. Wassink. The effect of light intensity on growth and development of Gladiolus. In: Progress in Photobiology, Proc. of the 3rd Intern. Congr. on Photobiology, B. Chr. Christensen and B. Buchmann, eds., Copenhagen, 1960, pp. 371-378.
 23. E.C. Wassink. Zie aant. 22.
M.S. Kamel. A physiological study of shading and density effects on the growth and the efficiency of solar energy conversion in some field crops. Meded. Landbouwhogeschool, Wageningen/Netherlands 59(5), 1-101 (1959) (Proefschrift/Thesis, Wageningen).
 24. Eerste aanloop in stud. onderzoek A.J. Vahl, dit lab
 25. K.H. Mann and A.R.O. Chapman. Primary production of marine macrophytes. In: Photosynthesis and productivity in different environments, Symposium IBP, J.P. Cooper, ed., Wales, U.K., 1973, te verschijnen in 1975.
 26. P. Boysen Jensen. Die Stoffproduktion der Pflanzen. Jena, 1932, pp. 1-108.
 27. B. Acock, J.H.M. Thornley and J.W. Wilson. Spatial variation of light in the canopy. In: Prediction and measurement of photosynthetic productivity, J. Setlik, eds., Wageningen, 1970, pp. 91-102.
 28. G.A. Pieters. Growth of sun and shade leaves of Populus euramericana 'Robusta' in relation to age, light intensity and temperature. Meded. Landbouwhogeschool, Wageningen/Netherlands, 74-11, 1-107 (1974) (Proefschrift/Thesis, Wageningen).

29. J. Groen. Photosynthesis of Calendula officinalis L. and Impatiens parviflora D.C. as influenced by light intensity during growth and age of leaves and plants. Meded. Landbouwhogeschool, Wageningen/Netherlands 73-8, 1-129 (1973) (Proefschrift/Thesis, Wageningen).
30. E.C. Wassink. Zie aant. 22, p. 378.
31. J.P. Cooper, ed., Photosynthesis and productivity in different environments. Symposium IBP, Wales, U.K. April 1973, te verschijnen in 1975.
32. E.C. Wassink. In ref. 31, Concluding Remarks, in bewerking voor meer gedetailleerde publicatie.
33. E.C. Wassink. Rendement van de omzetting der lichtenergie in laboratoriumproeven en bij de groei van gewassen. Meded. Landbouwhogeschool Wageningen/Netherlands 64-16, 1-33 (1964).
34. E.C. Wassink. Remarks on energy relations in photobiological processes. In: Proc. 1st Intern. Photobiol. Congr., Amsterdam, 1954, pp. 307-322 (preprinted summary: Section V, par. 13, Amsterdam, 1954).
E.C. Wassink. Some remarks on amplifier mechanisms in living organisms. Annals of Systems Research 1, 76-88 (1971).
35. E.C. Wassink. Over versterkerwerkingen in de levende natuur en haar betekenis voor de prikkelfysiologie. Vakbl. v. Biol. 26, 13-24 (1946).
E.C. Wassink. Ergones, and the amplifier action of living cells. Rec. trav. Chimiques des Pays-Bas 65, 3 (1946).

36. J.J.S. van Rensen, S.H. Justesen and P.H.L. Tammes.
On the observed logarithmic factor in dose-response
relationship, illustrated with the effect of some her-
bicides on photosynthesis. Acta Bot. Neerl. 21(4),
372-380 (1972).
37. E.C. Wassink. Zie aant. 22.
E.C. Wassink. Light intensity effects in growth
and development of tulips, in comparison with those
in Gladiolus. Meded. Landbouwhogeschool Wageningen/
Netherlands 65-15, 1-21 (1965).
E.C. Wassink. Effects of light intensity on dry
matter production and morphogenesis of Iris "Wedgwood",
as compared with Gladiolus and Tulip. Meded. Landbouw-
hogeschool Wageningen/Netherlands, 69-20, 1-17 (1969).
E.C. Wassink. Photosynthesis and plant growth, an
attempt at separating productive and morphogenetic ef-
fects in the growth of some bulb plants. IBP/PP
Technical meeting. Productivity of Photosynthetic
Systems, Part II, Moscow, 1969. Published in Russian
in: Theoretical Foundations of the Photosynthetic
Productivity, A.A. Nichiporovich et al., eds., Moscow,
USSR, 1972, pp. 301-322. Zie ook: Meded. Landbouwhoge-
school Wageningen/Netherlands, 72-31, 1-22 (1972)
(Engels).
38. E.C. Wassink. On some quantitative relationships
between anatomy and light induced formative differen-
ces in Gladiolus stems. Meded. Landbouwhogeschool
Wageningen/Netherlands 63(16), 1-8 (1963).

E.C. Wassink. Light intensity effects in growth and development of tulips, in comparison with those in Gladiolus. Meded. Landbouwhogeschool Wageningen/Netherlands 65-15, 1-21 (1965).

E.C. Wassink. Effects of light intensity on dry matter production and morphogenesis of Iris "Wedgwood", as compared with Gladiolus and Tulip. Meded. Landbouwhogeschool Wageningen/Netherlands, 69-20, 1-17 (1969).

39. E.C. Wassink. Proeven over 1:1 experimentele competitie tussen Calendula officinalis en Impatiens parviflora in 4 gradaties van natuurlijk daglicht. Proefuitkomsten in bewerking.
40. E.C. Wassink and J.A.J. Stolwijk. Effect of photo-period on vegetative development and tuber formation in two potato varieties. Meded. Landbouwhogeschool Wageningen/Netherlands 53, 99-112 (1953).
41. E.C. Wassink. Korte mededeling in aant. 32, verder in bewerking.
42. E.C. Wassink. Reeksen in 4 gradaties van natuurlijk daglicht. Proefuitkomsten in bewerking.
43. A.M. Butt. Vegetative growth, morphogenesis and carbohydrate content of the onion plants as a function of light and temperature under field- and controlled conditions. Meded. Landbouwhogeschool Wageningen/Netherlands 68-10, 1-211 (1968) (Proefschrift/Thesis, Wageningen).
44. E.C. Wassink and J.A.J. Stolwijk. Effect of photo-period on vegetative development and tuber formation in two potato varieties. Meded. Landbouwhogeschool

Wageningen/Netherlands 53, 99-112 (1953).

J.L.P. van Oorschot. Effects of daylength upon growth and development of Spinach (Spinacea oleracea, L.). Meded. Landbouwhogeschool Wageningen/Netherlands 60(18), 1-10 (1960).

45. P.J.C. Kuiper and J.F. Bierhuizen. The effect of some environmental factors on the transpiration of plants under controlled conditions. Meded. Landbouwhogeschool Wageningen/Netherlands 58(11), 1-16 (1958).

A.A.Abd El Rahman and J.F. Bierhuizen. The effect of temperature and water supply on growth, transpiration and water requirement of tomato under controlled conditions. Meded. Landbouwhogeschool Wageningen/Netherlands 59(3), 1-13 (1959).

A.A.Abd El Rahman, J.F. Bierhuizen and P.J.C. Kuiper. Growth and transpiration of tomato in relation to night temperature under controlled conditions. Meded. Landbouwhogeschool Wageningen/Netherlands 59(4), 1-6 (1959).

A.A.Abd El Rahman, P.J.C. Kuiper and J.F. Bierhuizen. Preliminary observations on the effect of light intensity and photoperiod on transpiration and growth of young tomato plants under controlled conditions. Meded. Landbouwhogeschool Wageningen/Netherlands 59(11), 1-12 (1959).

A.A.Abd El Rahman, P.J.C. Kuiper and J.F. Bierhuizen. Preliminary observations on the effect of soil temperature on transpiration and growth of young tomato

plants under controlled conditions. Meded. Landbouwhogeschool Wageningen/Netherlands 59(15), 1-12 (1959).

J.F. Bierhuizen, A.A.Abd El Rahman and P.J.C. Kuiper. The effect of nitrogen application and water supply on growth and water requirement of tomato under controlled conditions. Meded. Landbouwhogeschool Wageningen/Netherlands 59(16), 1-8 (1959).

E.C. Wassink and P.J.C. Kuiper. Some remarks on factors determining the water requirement in tomato plants under controlled conditions. Meded. Landbouwhogeschool Wageningen/Netherlands 59(17), 1-8 (1959).

46. P.J.C. Kuiper. Water uptake of higher plants as affected by root temperature. Meded. Landbouwhogeschool Wageningen/Netherlands 64-4, 1-11 (1964).

47. P.J.C. Kuiper. Surface-active chemicals as regulators of plant growth, membrane permeability and resistance to freezing. Meded. Landbouwhogeschool Wageningen/Netherlands 67-3, 1-23 (1967).

P.J.C. Kuiper. Effect of lipids on chloride and sodium transport in bean and cotton plants. Plant Physiol. 44, 968-972 (1972).

P.J.C. Kuiper. Lipids in alfalfa leaves in relation to cold hardiness. Plant Physiol. 45, 684-686 (1970).

P.J.C. Kuiper. Potato adenosine triphosphatase: sensitivity to hydrostatic pressure of a cold liable form. Biochim. Biophys. Acta 250, 443-445 (1971).

A. Kylin, P.J.C. Kuiper and G. Hansson. Lipids from sugar beet in relation to the preparation and

properties of (sodium + potassium)-activated adenosine triphosphatase. *Physiol. Plantarum* 26, 271-278 (1972).

P.J.C. Kuiper and A. Livne. Differences in fatty acid composition between normal human erythrocytes and hereditary spherocytosis affected cells. *Biochim. Biophys. Acta* 260, 755-758 (1972).

A. Livne and P.J.C. Kuiper. Unique properties of the camel erythrocyte membrane. *Biochim. Biophys. Acta* 318, 41-49 (1973).

F. Kuiper and P.J.C. Kuiper. Permeability and self-induction as factors in water transport through bean roots. *Physiol. Plantarum* 31, 159-162 (1974).

48. P.J.C. Kuiper. Potato adenosine triphosphatase: sensitivity to hydrostatic pressure of a cold labile form. *Biochim. Biophys. Acta* 250, 443-445 (1971).

P.J.C. Kuiper. Temperature response of adenosine triphosphatase of bean roots as related to growth temperature and to lipid requirement of the adenosine triphosphatase. *Physiol. Plantarum* 26, 200-205 (1972).

P.J.C. Kuiper. Water transport across membranes. *Ann. Rev. of Plant Physiol.* 23, 157-172 (1972).

49. J.C.A.M. Bervaes, P.J.C. Kuiper and A. Kylin. Conversion of digalactosyl diglyceride (extra long carbon chain conjugates) into monogalactosyl diglyceride of pine needle chloroplasts upon dehardening. *Physiol. Plantarum* 27, 231-235 (1972).

J.C.A.M. Bervaes, in *bewerking*.

50. J. Bensink. On morphogenesis of lettuce leaves in

relation to light and temperature. Meded. Landbouwhogeschool Wageningen/Netherlands 71-15, 1-93 (1971) (Proefschrift/Thesis, Wageningen).

51. G.A. Pieters. Zie aant. 28.

52. P.J.A.L. de Lint. An attempt to analysis of the effect of light on stem elongation and flowering in Hyoscyamus niger L. Meded. Landbouwhogeschool Wageningen/Netherlands 60(14), 1-59 (1960) (Proefschrift/Thesis, Wageningen).

M.K. Joustra. Flower initiation in Hyoscyamus niger L. as influenced by widely divergent daylengths in different light qualities. Meded. Landbouwhogeschool Wageningen/Netherlands 70-19, 1-78 (1970) (Proefschrift/Thesis, Wageningen).

53. J. Rombach. Growth of Lemna minor as influenced by light and kinetin. In: Progress in Photobiology, Proc. 3rd Intern. Congr. on Photobiology, B. Chr. Christensen and B. Buchmann, eds., Copenhagen, 1960, pp. 379-3

J. Rombach. The influence of the phytochrome reaction on the growth of Lemna minor L. Meded. Landbouwhogeschool Wageningen/Netherlands 65-14, 1-11 (1965).

J. Rombach. The phytochrome reaction in Lemna minor L. (Abstract of a lecture held). Photochem. Photobiol. 5, 383-384 (1966).

J. Rombach and C.J.P. Spruit. On phytochrome in Lemna minor and other Lemnaceae. Acta Bot. Neerl. 17 (6), 445-454 (1968).

J. Rombach. On the interaction of kinetin and

phytochrome in Lemna minor growing in the dark. Acta Bot. Neerl. 20(6), 636-645 (1971).

J. Rombach. Thiamin requirement and phytochrome in Lemna minor L. In: Proc. of the annual Symposium of Plant Photomorphogenesis, Antwerpen, 1974, pp. 83-85.

J. Rombach. Light as a growth factor in heterotrophic growth of Lemna minor L. A study on phytochrome involvement. Meded. Landbouwhogeschool Wageningen/Netherlands 75-.. (1975) (Proefschrift/Thesis, Wageningen) in bewerking.

54. C.J.P. Spruit. Photoreversible pigment transformations in etiolated plants. Biochim. Biophys. Acta 112, 186-188 (1966).

C.J.P. Spruit. Low-temperature action spectra for transformation of photoperiodic pigments. Biochim. Biophys. Acta 120, 454-456 (1966).

C.J.P. Spruit. Thermal reactions following illumination of phytochrome. Meded. Landbouwhogeschool Wageningen/Netherlands 66-15, 1-7 (1966).

C.J.P. Spruit. Spectroscopy of phytochrome decay and reversal in vivo. In: Abstracts European Photobiol. Symposium, Hvar, Yugoslavia, 1967, pp. VII-X.

C.J.P. Spruit. Phytochrome decay and reversal in leaves and stem sections of etiolated pea seedlings. Meded. Landbouwhogeschool Wageningen/Netherlands 67-14, 1-6 (1967).

J. Boisard, C.J.P. Spruit and P. Rolling. Phyto-

chrome in seeds and an apparent dark reversion of P_r to P_{fr} . Meded. Landbouwhogeschool Wageningen/Netherlands 68-17, 1-5 (1968).

C.J.P. Spruit and H.C. Spruit. Difference spectrum distortion in non-homogeneous pigment associations: Abnormal phytochrome spectra in vivo. Biochim. Biophys. Acta 275, 401-413 (1972).

C.J.P. Spruit and A.L. Mancinelli. Phytochrome in cucumber seeds. Planta 88, 303-310 (1969).

C.J.P. Spruit and C.W. Raven. Regeneration of pro-chlorophyll in dark grown seedlings following illumination with red and far red light. Acta Bot. Neerl. 19(2), 165-174 (1970).

R. Malcoste, J. Boisard, C.J.P. Spruit and P. Rollin. Phytochrome in seeds of some Cucurbitaceae: in vivo spectrophotometry. Meded. Landbouwhogeschool Wageningen/Netherlands 70-16, 1-16 (1970).

C.W. Raven and C.J.P. Spruit. Induction of rapid chlorophyll accumulation in dark grown seedlings. I. Action spectrum for pea. Acta Bot. Neerl. 21(3), 219-230 (1972).

R.E. Kendrick and C.J.P. Spruit. Phytochrome decay in seedlings under continuous incandescent light. Planta 107, 341-350 (1972).

R.E. Kendrick and C.J.P. Spruit. Phytochrome properties and the molecular environment. Plant Physiol. 52, 327-331 (1973). e.a.

55. C.W. Raven. Chlorophyll formation and phytochrome.

- Meded. Landbouwhogeschool Wageningen/Netherlands 73-9, 1-100 (1973) (Proefschrift/Thesis, Wageningen).
56. E.C. Wassink. Membranes and phytochrome action. Meded. Landbouwhogeschool Wageningen/Netherlands 74-22, 1-5 (1974).
57. J.J.S. van Rensen. Lipid peroxidation and chlorophyll destruction caused by diquat during photosynthesis in Scenedesmus. *Physiol. Plantarum* (in druk).
J.J.S. van Rensen. Effects of N-(phosphonomethyl) glycine on photosynthetic reactions in Scenedesmus and in isolated spinach chloroplasts. In: Proc. 3rd Intern. Congr. on Photosynthesis, Rehovot, Israel, 1974, pp. 683-687.
58. Vgl. b.v. E.C. Wassink. Photosynthesis. In: Comparative Biochemistry, M. Florkin and H.S. Manson, eds., Academic Press, New York, Vol. V, 1963, pp. 423-431.
G.H.M. Kronenberg. Light sensitivity and extractability in pigment-protein complexes of the purple sulphur bacterium Chromatium, strain D. Meded. Landbouwhogeschool Wageningen/Netherlands 63(15), 1-8 (1963).
59. J.J.S. van Rensen and P.A. van Steekelenburg. The effect of the herbicides Simetone and DCMU on photosynthesis. Meded. Landbouwhogeschool Wageningen/Netherlands 65-13, 1-8 (1965).
J.J.S. van Rensen. Effects of diquat on photosynthesis in Scenedesmus. Meded. Landbouwhogeschool Wa-

geningen/Netherlands 69-14, 1-11 (1969).

J.J.S. van Rensen. Action of some herbicides in photosynthesis of Scenedesmus, as studied by their effects on oxygen evolution and cyclic photophosphorylation. Meded. Landbouwhogeschool Wageningen/Netherlands 71-9, 1-80 (1971) (Proefschrift/Thesis, Wageningen).

60. M. Verkroost. The effect of ozone on photosynthesis and respiration of Scenedesmus obtusiusculus Chod. with a general discussion of effects of air pollutants in plants. Meded. Landbouwhogeschool Wageningen/Netherlands 74-19, 1-78 (1974) (Proefschrift/Thesis, Wageningen).

L.H.J. Bongers. Aspects of nitrogen assimilation by cultures of green algae. Meded. Landbouwhogeschool Wageningen/Netherlands 56(15), 1-52 (1956) (Proefschrift/Thesis, Wageningen).

L.H.J. Bongers. Kinetic aspects of nitrate reduction. Netherl. Journal of Agric. Science 6, 79-88 (1958).

A. Kylin. Sulphate uptake and metabolism in Scenedesmus as influenced by phosphate, carbon dioxide and light. *Physiol. Plantarum* 17, 422-433 (1963).

A. Kylin. The uptake and metabolism of sulphate in Scenedesmus as influenced by citrate, carbon dioxide, and metabolic inhibitors. *Physiol. Plantarum* 20, 139-148 (1967).

A. Kylin. The effect of light, carbon dioxide, and

nitrogen nutrition on the incorporation of S from external sulphate into different S-containing fractions in Scenedesmus, with special reference to lipid S. Physiol. Plantarum 19, 883-887 (1966).

W. Lindeman. Reactivation of photosynthesis in dependence on wavelength in phosphate deficient Lemna minor. Acta Bot. Neerl. 21(1), 86-94 (1972).

W. Lindeman. Emerson enhancement effect and the reactivation of photosynthesis in phosphate deficient Lemna minor. Acta Bot. Neerl. 22(5), 553-568 (1973).

61. J.C. Wesselius. Influence of external factors on the energy conversion and productivity of Scenedesmus sp. in mass culture. Meded. Landbouwhogeschool Wageningen/Netherlands 73-6, 1-97 (1973) (Proefschrift/Thesis, Wageningen).

62. E.C. Wassink. Some notes on temperature relations in plant physiological processes. Meded. Landbouwhogeschool Wageningen/Netherlands 72-25, 1-15 (1972).

E.C. Wassink. Additional notes on temperature relations in plant physiological processes. Meded. Landbouwhogeschool Wageningen/Netherlands 74-17, 1-7 (1974).

63. R.A. Sanchez. Some observations about the effect of light on the leaf shape in Taraxacum officinale L. Meded. Landbouwhogeschool Wageningen/Netherlands 67-16, 1-11 (1967).

64. E.C. Wassink. Some introductory notes on Taraxacum officinale L. as an experimental plant for morphogene-

tic and production research. Meded. Landbouwhogeschool Wageningen/Netherlands 65-16, 1-15 (1965).

65. E.C. Wassink. Observations on the luminescence in Fungi, I, including a critical review of the species mentioned as luminescent in literature. Rec. trav. bot. néerl. 41, 150-211 (1948).
66. E.C. Wassink and S. Kuwabara. Some notes on semi-large scale cultivation of luminous fungi. In: Bioluminescence in Progress, Proc. Bioluminescence Conference Japan, 1965, F.H. Johnson and Y. Haneda, eds., Princeton University Press, 1966, pp. 247-264.
67. S. Kuwabara and E.C. Wassink. Purification and properties of the active substance of Fungal luminescence. In: Bioluminescence in Progress, Proc. Bioluminescence Conference Japan, 1965, F.H. Johnson and Y. Haneda, eds., Princeton University Press, 1966, pp. 233-245.
68. O. Penzig. Pflanzen Teratologie 3, pp. 115-119 ('Digitalis') Berlin, 1922.
69. A. de Chamisso. De Digitali purpurea heptandra. Linnaea 1, 571 (1826).
70. E.R. Saunders. On inheritance of a mutation in the common foxglove (Digitalis purpurea). New Phytologist 10, 47-63 (1911).
71. E.C. Wassink. Some recent observations on Digitalis purpurea L. f. heptandra de Chamisso. Meded. Landbouwhogeschool Wageningen/Netherlands 72-22, 1-18 (1972).
72. E.C. Wassink en M.E. van den Noort, in bewerking.

73. Vgl. hiervoor aant. 71 en de daar opgegeven literatuur.
74. F.A.F.C. Went. Ondoelmatigheid in de levende natuur. Redevoering Utrecht, 26-3-1906 (Utrecht, J. v. Druten, 1906).
75. E.C. Wassink and C. van der Scheer. On the study of the effects of light of various spectral regions on plant growth and development. Proc. Kon. Ned. Akad. v. Wet. Amsterdam 53, 1064-1072 (1950).
76. Vervaardigd door de technicus J. Schulten, een exemplaar werd geëxposeerd te Eindhoven bij gelegenheid van het Natuur- en Geneeskundig Congres in 1949.
77. E.C. Wassink and C. van der Scheer. A spherical radiation meter. Meded. Landbouwhogeschool Wageningen/Netherlands 51, 175-183 (1951).
78. E.C. Wassink and J.A.J. Stolwijk. Effects of light of narrow spectral regions on growth and development of plants I. Proc. Kon. Ned. Akad. v. Wet. Amsterdam C 55, 471-488 (1952).
79. E.C. Wassink and J.A.J. Stolwijk. Zie aant. 44.
80. M.S. Kamel. Efficiency of solar energy conversion as related with growth in barley (preliminary communication). Meded. Landbouwhogeschool Wageningen/Netherlands 58(8), 1-19 (1958).

M.S. Kamel. A physiological study of shading and density effects on the growth and the efficiency of solar energy conversion in some field crops. Meded. Landbouwhogeschool Wageningen/Netherlands 59(5), 1-

101 (1959) (Proefschrift/Thesis, Wageningen).

E.C. Wassink. Simple equipment for comparative studies on growth and morphogenesis of plants in field experiments. In: Proc. 1st Intern. Symposium on Ecosystems, Unesco, Copenhagen, 1965. Published in Functioning of the terrestrial ecosystems at the primary production level, F.E.E. Eckardt, ed., Paris Unesco, 1968, pp. 435-455.

E.C. Wassink. The study of monofactorial variation in light intensity as affecting plant structure and production. In: Proc. of the IBP/PP Technical meeting, Productivity of Photosynthetic Systems, Part I: Models and Methods, Trebon, 1969. Pudoc, Wageningen, 1970, pp. 561-566.

81. C.J.P. Spruit. Spectrophotometers for the study of phytochrome in vivo. Meded. Landbouwhogeschool Wageningen/Netherlands 70-14, 1-18 (1970).

82. G.A. Pieters. Measurements of leaf temperature by thermocouples or infrared thermometry in connection with exchange phenomena and temperature distribution. Meded. Landbouwhogeschool Wageningen/Netherlands 72-34, 1-20 (1972).

K. Schurer and G.A. Pieters. Leaf temperature measurement. II. Infrared thermometry. Acta Bot. Neerl. (in bewerking).

83. C.H.M. van Bavel. Toward realistic simulation of the natural plant climate. In: Plant response to climatic factors, Proc. of the Uppsala Symposium 1970,

Ecology and conservation, 5, R.O. Slatyer, ed., Paris, Unesco, 1973, pp. 441-445.

84. Aanvankelijk op een collegeuur, later op een practicummiddag, met medewerking van Prof. Dr. E. Reinders, Prof. Dr. C.A. Reinders-Gouwentak, Prof Dr. Ir. J. Doorenbos.
85. De volgende onderwerpen kunnen hier als voorbeelden worden genoemd: Photosynthese (Dr. W. Lindeman). Onderwerpen uit de photomorphogenese en photoperiodiciteit (Dr. Ir. J. Bensink, Ir. J. Rombach).
86. Door Dr. C.J.P. Spruit en Dr. Ir. P.J.C. Kuiper.
87. Door Dr. Ir. J.J.S. van Rensen.
88. J.J.S. van Rensen. Action of some herbicides in photosynthesis of Scenedesmus, as studied by their effects on oxygen evolution and cyclic photophosphorylation. Meded. Landbouwhogeschool Wageningen/Netherlands 71-9, 1-80 (1971) (Proefschrift/Thesis, Wageningen).
89. In hoofdzaak gebaseerd op de in aant. 33 vermelde publicatie.
90. Vgl. o.m. E.C. Wassink and S.D. Richardson. Observations on the connection between root growth and shoot illumination in first year seedlings of Acer pseudoplatanus L. and Quercus borealis maxima (Marsh) Ashe. Proc. Kon. Ned. Akad. v. Wet. Amsterdam C 54, 503-510 (1951).

F.H. Spierings, G.P. Harris and E.C. Wassink.
Applications of the diaferometer technique to studies

on the gas exchange and the carbon dioxide content of potato tubers. Meded. Landbouwhogeschool Wageningen/Netherlands 52, 93-104 (1952).

S.D. Richardson. Studies of root growth in Acer saccharinum L. II. Factors affecting root growth when photosynthesis is curtailed. Proc. Kon. Ned. Akad. v. Wet. Amsterdam C 56, 346-353 (1953).

S.D. Richardson. Bud dormancy and root development in Acer saccharinum. In: Proc. Symposium on Tree Physiol., Harvard University, Cambridge Mass. U.S.A., 1957, pp. 409-425.

E.C. Wassink, S.D. Richardson and G.A. Pieters. Photosynthetic adaptation to light intensity in leaves of Acer pseudoplatanus. Acta Bot. Neerl. 5, 247-256 (1956).

C.M. Curry and E.C. Wassink. Photoperiodic and formative effects of various wavelength regions in Hyoscyamus niger as influenced by gibberellic acid. Meded. Landbouwhogeschool, Wageningen/Netherlands 56(14), 1-8 (1956).

Zie ook aant. 45.

A.K. Khudairi. Xanthium leaf pigments and their inhibition by streptomycin. Biochim. Biophys. Acta 46, 344-354 (1961).

A. Kylin. The influence of phosphate nutrition on growth and sulphur metabolism of Scenedesmus. Physiol. Plantarum 17, 384-402 (1963).

A. Kylin. Sulphate uptake and metabolism in Scene-

desmus as influenced by phosphate, carbon dioxide, and light. *Physiol. Plantarum* 17, 422-433 (1963).

A. Kylin. The influence of photosynthetic factors and metabolic inhibitors on the uptake of phosphate in P-deficient Scenedesmus. *Physiol. Plantarum* 19, 644-649 (1966).

A. Kylin. The uptake and metabolism of sulphate in Scenedesmus as influenced by citrate, carbon dioxide, and metabolic inhibitors. *Physiol. Plantarum* 20, 139-148 (1967).

A. Kylin. The effect of light, carbon dioxide, and nitrogen nutrition on the incorporation of S from external sulphate, into different S-containing fractions in Scenedesmus, with special reference to lipid S. *Physiol. Plantarum* 19, 883-887 (1966).

A.B. Abou Aziz. Physical and compositional changes of tomato fruits during growth and development. Meded. Landbouwhogeschool Wageningen/Netherlands 68-6, 1-7 (1968).

A.B. Abou Aziz. Seasonal changes in the physical and chemical composition of tomato fruits as affected by nitrogen levels. Meded. Landbouwhogeschool Wageningen/Netherlands 68-7, 1-6 (1968).

M. Saleh. Effects of light upon quantity and quality of Matricaria chamomilla L.-oil. I. Preliminary study of daylength effects under controlled conditions. Meded. Landbouwhogeschool Wageningen/Netherlands 68-21, 1-14 (1968).

M. Saleh. The effect of air temperature and thermo-period on the quantity and quality of Matricaria chamomilla L. oil. Meded. Landbouwhogeschool Wageningen/Netherlands 70-15, 1-17 (1970).

J. Boisard, C.J.P. Spruit and P. Rollin. Phytochrome in seeds and an apparent dark reversion of P_r to P_{fr} . Meded. Landbouwhogeschool Wageningen/Netherlands 68-17, 1-5 (1968).

C.J.P. Spruit and A.O. Mancinelli. Phytochrome in cucumber seeds. Planta 88, 303-310 (1969).

R.E. Kendrick, C.J.P. Spruit and B. Frankland. Phytochrome in seeds of Amaranthus caudatus. Planta 88, 293-302 (1969).

R. Malcoste, J. Boisard, C.J.P. Spruit and P. Rollin. Phytochrome in seeds of some Cucurbitaceae: in vivo spectrophotometry. Meded. Landbouwhogeschool Wageningen/Netherlands 70-16, 1-16 (1970).

R.E.M. Grill. The influence of chlorophyll on in vivo difference spectra of phytochrome. Planta 108, 185-202 (1972).

R.E.M. Grill and C.J.P. Spruit. Properties of phytochrome in gymnosperms. Planta 108, 203-213 (1972).

R.E. Kendrick and C.J.P. Spruit. Light maintains high levels of phytochrome intermediates. Nature New Biology 237, 281-282 (1972).

R.E. Kendrick and C.J.P. Spruit. Phytochrome decay in seedlings under continuous incandescent light. Planta 107, 341-350 (1972).

R.E. Kendrick and C.J.P. Spruit. Phytochrome intermediates in vivo - I. Effects of temperature, light intensity, wavelength and oxygen on intermediate accumulation. Photochem. Photobiol. 18, 139-144 (1973).

C.J.P. Spruit and R.E. Kendrick. Phytochrome intermediates in vivo - II. Characterisation of intermediates by difference spectrophotometry. Photochem. Photobiol. 18, 145-152 (1973).

R.E. Kendrick and C.J.P. Spruit. Phytochrome intermediates in vivo - III. Kinetic analysis of intermediate reactions at low temperature. Photochem. Photobiol. 18, 153-159 (1973).

R.E. Kendrick and C.J.P. Spruit. Phytochrome properties and the molecular environment. Plant Physiol. 52, 327-331 (1973).

M.Z. Abd El-Hak. Influence of different daylengths on development and tuber formation of the potato plant. Meded. Landbouwhogeschool Wageningen/Netherlands 69-18, 1-16 (1969).

Zie ook aant. 47.

91. M.S.H. Khalil. The interrelation between growth and development of wheat as influenced by temperature, light and nitrogen. Meded. Landbouwhogeschool Wageningen/Netherlands 56(7), 1-73 (1956) (Proefschrift/Thesis, Wageningen).

M.S. Kamel. A physiological study of shading and density effects on the growth and the efficiency of solar energy conversion in some field crops. Meded.

Landbouwhogeschool Wageningen/Netherlands 59(5), 1-101 (1959) (Proefschrift/Thesis, Wageningen).

A.M. Butt. Vegetative growth, morphogenesis and carbohydrate content of the onion plant as a function of light and temperature under field and controlled conditions. Meded. Landbouwhogeschool Wageningen/Netherlands 68-10, 1-211 (1968) (Proefschrift/Thesis, Wageningen).

A.H. El Hattab. Effects of light quality on flowering and morphogenesis in Hyoscyamus niger L. Meded. Landbouwhogeschool Wageningen/Netherlands 68-12, 1-111 (1968) (Proefschrift/Thesis, Wageningen).

92. Zie aant. 31.

93. E.C. Wassink and J. Rombach. Preliminary report on experiments dealing with phosphate metabolism in the induction phase of photosynthesis in Chlorella. Proc. Kon. Ned. Akad. v. Wet. Amsterdam C 57, 493-497 (1954).

94. Mej. M. Nieuwenhuis, analiste, Dr. J.L. Verhoeks, (gepromoveerd op proefschrift: Photosynthesis and carbohydrate metabolism of healthy and leafroll diseased potato plants. Fonds Landbouw Export Bureau 1916-1918 Wageningen/Netherlands, comm. no. 43, 1-89 (1965)), Dr. H.H. Kroes, (gepromoveerd op proefschrift: A study of phytochrome, its isolation, structure and photochemical transformations. Meded. Landbouwhogeschool Wageningen/Netherlands 70-18, 1-112 (1970)).

95. M. Smulders. Experimenten in mediatatietraining. Streven 24, 503-510 (1971); De Bazuin 54(39), 4-5 (1971).
96. Gaarne wil ik enkelen noemen, bij wie ik deze bezetenheid bijzonder duidelijk heb ervaren: Dr. B. Kok, Dr. J.A.J. Stolwijk, Dr. L.H.J. Bongers, Dr. P.J.C. Kuiper, Dr. G.A. Pieters, Dr. C.W. Raven en Ir. J.C. A.M. Bervaes.
97. Vgl. o.m. Commissie Onderzoek Biologische Landbouwmethoden (R. Boeringa, rapporteur). Alternatieve Landbouw. Interim-rapport nov. 1973, Pudoc, Wageningen, 1974, pp. 1-159.
98. E.C. Wassink. Plant physiology and some aspects of future agriculture. Neth. J. of Agric. Science 18, 49-61 (1970).
99. Zonder discriminatie te willen veroorzaken zou ik toch enkelen uit deze categorieën met name willen noemen met wie ik veel contact had en aan wie ik speciaal goede herinneringen behoud: Rector F. Hellinga, wijlen Drs. I.P.L. Gorter (afd. onderwijs), Mevr. W. Vlastuin-Vos, langjarig en artistiek begaafd secretaresse, Mej. W. Berger, die mevr. V's werk na korte voorbereiding overnam en op 16-jarige leeftijd ervoor zorgde, dat een te vrezen grote terugval niet optrad, Mej. E. Jansen, toegewijd secretaresse in mijn laatste periode, Mej. M.E. van den Noort, analiste en sedert bijna 10 jaar mijn persoonlijke medewerkster bij verschillende typen van onderzoek, D.

Stedelaar, tekenaar-fotograaf, aan wie ik spoedig herstel van ernstige ziekte toewens, H. van den Brink, expert-glasblazer en gewaardeerd magazijnmanager, Mevr. J.E. van Haperen, senior-werkster, die ons op vergaderingen en besprekingen steeds op prettige wijze van uitstekende koffie en thee voorzag.

Vele van de Wet. medewerkers zijn reeds in vorenstaande aantekeningen naar voren gekomen. Bijzonder erkentelijk ben ik Dr. R. Brouwer en Dr. Ir. J.J.S. van Rensen voor hun steun in de administratieve sector in de laatste jaren, Dr. C.J.P. Spruit en Dr. Ir. G.A. Pieters voor hun bemoeienis met het beheer van het phytotron en Dr. W. Lindeman voor zijn jarenlange zorg voor de rekeningenadministratie.

100. E.C. Wassink and L.E.AE. Wassink-van Lummel. The action of light intensity and night temperature on flowering of bulbous Irises (Wedgwood) and tulips. In: Report of the 13th Intern. Horticult. Congress 1952, London, 1953, pp. 969-981.

In het bovenstaande is een beknopt globaal overzicht gegeven van de Vakgroep Plantenfysiologisch Onderzoek gedurende een lange periode.

Bij vroegere gelegenheden zijn bepaalde aspecten van het onderzoek vanuit enige gezichtspunten nader in beschouwing genomen. Hiervoor zij verwezen naar aant. 33 en enige in de daar vermelde publicatie geciteerde voorafgaande bijdragen.